

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-318500

(43)Date of publication of application : 15.11.1994

(51)Int.Cl.

H05G 1/38

(21)Application number : 05-106688

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 07.05.1993

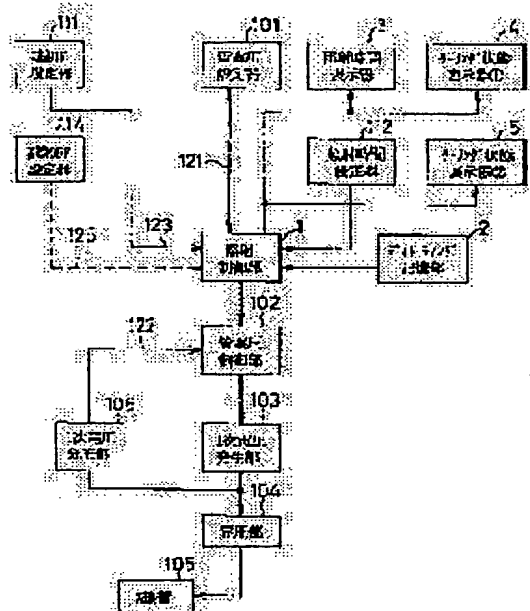
(72)Inventor : KOMINATO SUMIKO  
MIZUGUCHI HIROSHI  
MOTOYAMA MASASHI  
TOMIZAWA MASAMI

## (54) X-RAY GENERATING DEVICE

### (57)Abstract:

PURPOSE: To prevent the thermal damage to an X-ray tube, efficiently operate a device, and reduce the load on an operator.

CONSTITUTION: When an irradiation time set by an irradiation time setting means 112 exceeds a maximum irradiation time preliminarily stored for every tube voltage, and irradiation control means 1 divides the set irradiation time into a plurality of irradiation times within the maximum emitting time. Cleaning for a required time is conducted during each divided irradiation time and after the final irradiation.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-318500

(43) 公開日 平成6年 (1994) 11月15日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>

H 0 5 G 1/38

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平5-106688

(22) 出願日 平成5年 (1993) 5月7日

FPO3-0059-00WD-HP
03.5.20
SEARCH REPORT

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 小湊 須美子

東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝  
府中工場内

(72) 発明者 水口 弘

東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝  
府中工場内

(72) 発明者 本山 正史

東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝  
府中工場内

(74) 代理人 弁理士 三好 秀和 (外 3 名)

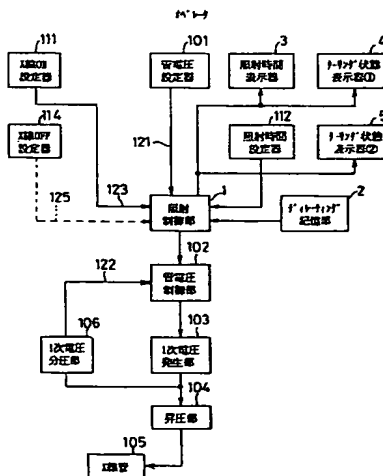
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 X線発生装置

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、X線管に熱的ダメージを与えることがなく、効率のよい装置運用ができ、さらにオペレータの負担軽減を可能とすることを目的とする。

【構成】 照射時間設定手段 1 1 2 で設定された設定照射時間が設定管電圧毎に予め記憶されている最大照射時間を超える場合はその設定照射時間を最大照射時間以内の複数の照射時間に分割し、その分割した各照射時間の間及び最後の照射後に所要時間のクーリングを行わせる照射制御手段 1 を有することを特徴とする。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 X線管と、該X線管に印加する管電圧を設定する管電圧設定手段と、該管電圧設定手段で設定された設定管電圧値に対応した電圧を前記X線管に供給してX線を発生させる高電圧発生手段と、前記X線管によるX線の照射時間を設定する照射時間設定手段と、該照射時間設定手段で設定された設定照射時間が設定管電圧毎に予め記憶されている最大照射時間を超える場合は当該設定照射時間を前記最大照射時間以内の複数の照射時間に分割し、該分割された各照射時間の間及び最後の照射後にX線の照射休止をさせる所要時間のクーリングを行わせるように制御する照射制御手段とを有することを特徴とするX線発生装置。

【請求項2】 X線管と、該X線管に印加する管電圧を設定する管電圧設定手段と、該管電圧設定手段で設定された設定管電圧値に対応した電圧を前記X線管に供給してX線を発生させる高電圧発生手段と、X線の照射休止であるクーリングに関する情報を表示するクーリング状態表示手段と、前記X線管による一続きのX線照射が終了したとき或いは終了する前に当該X線照射時間と前記設定管電圧値からクーリング時間を算出してクーリングを行わせるとともに前記X線照射の終了時点から当該クーリング時間の間前記クーリング状態表示手段にクーリング中であることを表示させる照射制御手段とを有することを特徴とするX線発生装置。

【請求項3】 X線管と、該X線管に印加する管電圧を設定する管電圧設定手段と、該管電圧設定手段で設定された設定管電圧値に対応した電圧を前記X線管に供給してX線を発生させる高電圧発生手段と、X線の照射休止であるクーリング中にX線照射指令を受けたとき、該X線照射指令を受けた時点での前記クーリングの経過時間と前記設定管電圧値から照射許可時間を算出して当該照射許可時間内のX線照射を行わせるとともに該X線照射終了後のクーリング時間を前記X線照射指令を受けた時点での前記クーリングの残時間、許可された当該X線照射時間及び前記設定管電圧値から算出してクーリングを行わせる照射制御手段とを有することを特徴とするX線発生装置。

【請求項4】 X線管と、該X線管に所要値の管電圧を供給してX線を発生させる高電圧発生手段と、X線の照射休止であるクーリングに関する情報を表示するクーリング状態表示手段と、前回のX線照射終了時点からの経過時間毎の管電圧値と照射時間の一連の計画を1つ以上記憶し、これら一連の計画におけるX線照射は複数回に分割され、該分割された各照射の間及び最後の照射後に所要時間のクーリングを行わせる内容からなり、前回のX線照射終了時点からの経過時間を基に選択した1つの前記計画に基づいてX線照射を制御するとともにクーリング時間の間前記クーリング状態表示手段にクーリング中であることを表示させる照射制御手段とを有すること

2

を特徴とするX線発生装置。

【請求項5】 X線管と、該X線管に印加する管電圧を設定する管電圧設定手段と、該管電圧設定手段で設定された設定管電圧値に対応した電圧を前記X線管に供給してX線を発生させる高電圧発生手段と、前記X線管によるX線の照射時間を設定する照射時間設定手段と、前記X線管の温度を検出する温度検出手段と、該温度検出手段の検出信号を基に前記X線管のX線照射とX線の照射休止であるクーリングの制御を行う照射制御手段とを有することを特徴とするX線発生装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、X線管の冷却のためX線発生を間欠的に行わせるX線発生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来のX線発生装置としては、例えば図10に示すようなものがある。このX線発生装置は、X線ON設定器111よりX線照射要求123が出されると、管電圧設定器（管電圧設定手段）101に設定された所望の管電圧（X線管105の陽極と陰極間の電圧）設定値121が管電圧制御部102に出力される。管電圧制御部102は、管電圧設定値121と管電圧フィードバック値122との差から一次電圧発生部103の値を制御する。一次電圧発生部103により発生した一次電圧は高電圧発生手段としての昇圧部104によりX線管105が必要とする管電圧に変換され、X線管105に所望の管電圧が印加されるようになっている。一方、一次電圧は一次電圧分圧部106により管電圧フィードバック値122となり、管電圧制御部102に出力される。この動作とは別にX線ON設定器111よりX線照射要求123が出されると、照射時間設定器（照射時間設定手段）112に設定された照射時間から照射時間監視部113がダウンカウントを開始する。X線照射はX線OFF指令器114よりX線照射停止要求125が出されるか、あるいは照射時間計測部113のタイムアップ信号124によりX線照射が停止されるまで続けられる。

【0003】このようなX線発生装置の動作において、X線の発生中にはX線管105の陽極に熱が発生する。通常のX線発生装置の場合は水あるいは油を循環させて強制冷却を行うことで連続してX線を発生させても熱によるX線管の破損が生じないようになされている。しかし、ポータブル型のX線発生装置等では冷却装置が省略されるか簡略化されて軽量化に重点が置かれている。このようなX線発生装置では、X線照射をした後にクーリング（照射休止）を行ない、X線管が冷却されたら再度X線照射をするという間欠動作をさせることが必要となってくる。これに対し、従来のX線発生装置は、1回の最大照射可能時間照射した後にX線ON設定器111よりX線照射要求123が出されるとすぐにX線を照射す

ることが可能になっている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上述した従来のX線発生装置は次のような問題点を有していた。即ち、従来のX線発生装置にはX線照射クーリング時間の管理機能が組み込まれていないために、オペレータがデューティサイクル（X線照射時間とクーリング時間の比率）の管理を行なう必要があった。したがって、（イ）オペレータがX線照射した時間を記憶して、X線照射が終了するとその照射した時間に見合った時間が経過するまで次のX線照射を行なわないようにしていた。（ロ）管電圧値が異なっても一定のデューティサイクルでクーリングを行なっていた。そのため、低い管電圧の場合、X線管の発熱量が少ないのに最大管電圧に見合った時間のクーリングを行なっていたので無駄時間が多かった。（ハ）長い期間照射を行なわなかった場合の長時間ウォームアップ（徐々に管電圧を上昇させX線管の耐圧を高めさせる方法のこと）を行うとき、あるいは最大許容照射時間をこえてX線照射をするときは、オペレータがつきっきりで操作しなければならなかった。このようにオペレータ自身がX線照射とクーリング時間の管理をしなくてはならないため、オペレータの負担が大きかった。またこの管理が不正確になったり、誤って操作したりすることがあり、このようなときはX線管にダメージを与えるおそれがあった。

【0005】そこで、本発明は、X線管に熱的ダメージを与えることがなく、効率のよい装置運用ができ、さらにはオペレータの負担を軽減することのできるX線発生装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために、本発明は、第1に、X線管と、該X線管に印加する管電圧を設定する管電圧設定手段と、該管電圧設定手段で設定された設定管電圧値に対応した電圧を前記X線管に供給してX線を発生させる高電圧発生手段と、前記X線管によるX線の照射時間を設定する照射時間設定手段と、該照射時間設定手段で設定された設定照射時間が設定管電圧毎に予め記憶されている最大照射時間を超える場合は当該設定照射時間を前記最大照射時間以内の複数の照射時間に分割し、該分割された各照射時間の間及び最後の照射後にX線の照射休止をさせる所要時間のクーリングを行わせるように制御する照射制御手段とを有することを要旨とする。

【0007】第2に、X線管と、該X線管に印加する管電圧を設定する管電圧設定手段と、該管電圧設定手段で設定された設定管電圧値に対応した電圧を前記X線管に供給してX線を発生させる高電圧発生手段と、X線の照射休止であるクーリングに関する情報を表示するクーリング状態表示手段と、前記X線管による一続きのX線照射が終了したとき或いは終了する前に当該X線照射時間

と前記設定管電圧値からクーリング時間を算出してクーリングを行わせるとともに前記X線照射の終了時点から当該クーリング時間の間前記クーリング状態表示手段にクーリング中であることを表示させる照射制御手段とを有することを要旨とする。

【0008】第3に、X線管と、該X線管に印加する管電圧を設定する管電圧設定手段と、該管電圧設定手段で設定された設定管電圧値に対応した電圧を前記X線管に供給してX線を発生させる高電圧発生手段と、X線の照射休止であるクーリング中にX線照射指令を受けたとき、該X線照射指令を受けた時点での前記クーリングの経過時間と前記設定管電圧値から照射許可時間を算出して当該照射許可時間内のX線照射を行わせるとともに該X線照射終了後のクーリング時間を前記X線照射指令を受けた時点での前記クーリングの残時間、許可された当該X線照射時間及び前記設定管電圧値から算出してクーリングを行わせる照射制御手段とを有することを要旨とする。

【0009】第4に、X線管と、該X線管に所要値の管電圧を供給してX線を発生させる高電圧発生手段と、X線の照射休止であるクーリングに関する情報を表示するクーリング状態表示手段と、前回のX線照射終了時点からの経過時間毎の管電圧値と照射時間の一連の計画を1つ以上記憶し、これら一連の計画におけるX線照射は複数回に分割され、該分割された各照射の間及び最後の照射後に所要時間のクーリングを行わせる内容からなり、前回のX線照射終了時点からの経過時間を基に選択した1つの前記計画に基づいてX線照射を制御するとともにクーリング時間の間前記クーリング状態表示手段にクーリング中であることを表示させる照射制御手段とを有することを要旨とする。

【0010】第5に、X線管と、該X線管に印加する管電圧を設定する管電圧設定手段と、該管電圧設定手段で設定された設定管電圧値に対応した電圧を前記X線管に供給してX線を発生させる高電圧発生手段と、前記X線管によるX線の照射時間を設定する照射時間設定手段と、前記X線管の温度を検出する温度検出手段と、該温度検出手段の検出信号を基に前記X線管のX線照射とX線の照射休止であるクーリングの制御を行う照射制御手段とを有することを要旨とする。

【0011】

【作用】 上記構成において、第1に、設定照射時間が設定管電圧で決まる最大照射時間を超える場合は、その設定照射時間が最大照射時間以内の複数の照射時間に分割され、その分割された各照射時間の間と最後の照射後に、それぞれ所要時間のクーリングが行われる。このように、最大照射時間以内のX線照射と所要時間のクーリングとが交互に繰り返されることにより、X線管に熱的ダメージを与えることがなく、また効率のよい装置運用が可能となる。

【0012】第2に、一続きのX線照射後、そのX線照射時間と設定管電圧値を基に算出されたクーリング時間だけクーリングが行われる。これにより、X線管に対する熱的ダメージが確実に防止されるとともに効率のよい装置運用が可能となる。

【0013】第3に、X線照射後のクーリング中にX線照射指令が入ったときは、当該指令を受けた時点でのそのクーリング経過時間と設定管電圧値を基に、1回の最大照射可能時間を超えないような照射許可時間が算出されてX線照射が行われる。そして、このX線照射終了後、指令を受けた時点での前記クーリングの残時間と許可されたそのX線照射時間と設定管電圧値とからクーリング時間が算出されてクーリングが行われる。これにより、X線管に対する熱的ダメージが防止されるとともに効率のよい装置運用が可能となる。

【0014】第4に、前回のX線照射終了時から長時間経過後、再びX線照射が行われるときは、X線管の耐圧を高めるため、低い管電圧から始まって所要の高い管電圧に至るまで複数回に分割された照射とその各照射等の間の所要時間のクーリング、即ちウォーミングアップが必要となる。照射制御手段には、このようなウォーミングアップに対応した管電圧値と照射時間の一連の計画が1つ以上記憶され、前回のX線照射終了時点からの経過時間を基に1つの前記計画が選択されてX線照射が制御される。これにより、前回のX線照射終了時から長時間経過後のX線照射においても、X線管に熱的ダメージを与えることがなく、効率のよい装置運用が可能となる。

【0015】第5に、X線照射とクーリングは、X線管の温度を監視することによっても制御可能である。即ち、X線管の温度が照射可能範囲内であると判定されたときにX線照射が開始され、温度が照射可能範囲外に上昇するとX線照射が防止されて再び照射可能温度に低下するまでクーリングが行われる。このようなクーリングを伴うX線照射が設定照射時間を満たすまで繰り返される。このように、X線管の温度監視によってもX線管に熱的ダメージを与えることなく、効率のよい装置運用が可能となる。

【0016】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。図1乃至図6は、本発明の第1実施例を示す図である。なお、図1及び後述の第2実施例を示す図7においては前記図10における機器等と同一ないし均等のものは、前記と同一符号を以って示し、重複した説明を省略する。本実施例では、前記図10の構成に加え、照射制御手段としての照射制御部1、管電圧に対するディレーティングデータ（照射時間とクーリング時間の比率）を記憶するディレーティング記憶部2、照射時間表示器3、通常のクーリング状態（クーリング①）を表示するクーリング状態表示部（クーリング状態表示手段）4、次にX線照射する予定がある場合のクーリング状態（ク

ーリング②）を表示するクーリング状態表示部5が設けられている。上記照射制御部1の機能はマイクロプロセッサで実現されている。従来のX線発生装置に具備されていた照射時間監視部113は、この照射制御部1に組込まれている。

【0017】このような構成のX線発生装置において、まず、オペレータの行う基本的な操作と、照射制御部1を中心とする機能を説明する。オペレータは管電圧設定器101に所望の管電圧を設定し、照射時間設定器112に所望の照射時間を設定する。またX線ON設定器111でX線ON指令を行う。この指令により装置はトータルで設定された照射時間になるX線照射を行なう。分割照射が連続照射かは装置側で判断される。X線照射中にX線OFF設定器114でX線OFF指令を行なうと上記のX線ON指令が中断される。

【0018】照射制御部1は、次の規則により照射及びクーリングのスケジュールを演算し実行する。(1)1回の照射時間が管電圧で決る最大照射時間を超えないこと。最大照射時間はディレーティング記憶部2に記憶されている。(2)設定照射時間が最大照射時間を超える場合は、設定照射時間を最大照射時間ずつに分割し、その各間にクーリングを入れる。(3)時間 $T_e$ だけ照射したらクーリング時間 $T_c (=T_e \cdot (y/x))$ だけクーリングする。 $(y/x) (= \text{クーリング時間} / \text{照射時間})$ はディレーティングデータで、管電圧により異なり、ディレーティング記憶部2に記憶されている。

(4)クーリング中の表示を行なう。クーリング終了後X線照射停止の場合（クーリング①）と、引続きX線照射を行なう場合（クーリング②）で表示を変える。

(5)クーリング①時にX線ON指令があった場合は、既に済んだクーリング時間 $T_{c11}$ を基に照射時間 $T_e (= (x/y) \cdot T_{c11})$ だけX線照射を行なう。 $(x/y)$ はディレーティング記憶部2に記憶されている。X線照射終了後、この照射時間に見合ったクーリングと前回の残りのクーリングを合せたクーリングを行なう。

(6)X線照射中、或いはクーリング②中のX線ON指令は無視する。(7)X線照射中にX線OFF指令があった場合はX線照射を中断し、照射時間に見合ったクーリングを行なう。(8)クーリング②中にX線OFF指令があった場合はスケジュールを中断し、クーリングのみ行なう。

【0019】次に、図面を参照して各動作例を説明する。まず、図2を参照して照射時間が1回の最大照射時間より少ない場合について説明する。照射時間を $T_e$ 、クーリング時間を $T_c$ 、設定管電圧値のディレーティングを照射時間：クーリング時間 $=x:y$ とする。照射制御部1は照射時間 $T_e$ と管電圧値のディレーティングデータから以下の式でクーリング時間 $T_c$ を求める。

【0020】

クーリング時間 $T_c = (y/x) \times \text{照射時間 } T_e$

7

X線ON指令が出されると照射制御部1はX線照射を開始すると共に照射時間のダウンカウントを開始し、その結果を照射時間表示器3に表示する。タイムアップすると照射時間表示器3にクーリング残時間を表示するとともにクーリング状態表示部4にクーリング中の表示を行う。

【0021】次に、図3を参照して照射時間が1回の最大照射時間を超える場合について説明する。総照射時間

$$\begin{aligned} & 1 \text{ 回目; 照射時間 } T_{e1} = 1 \text{ 回の最大照射時間 } \max T_e \\ & \text{クーリング時間 } T_{c1} = (y/x) \times \text{照射時間 } T_{e1} \\ & n \text{ 回目; 照射時間 } T_{en} = \text{総照射時間 } T_e \\ & \quad - (1 \text{ 回の最大照射時間 } \max T_e \times (n-1)) \\ & \text{クーリング時間 } T_{cn} = (y/x) \times \text{照射時間 } T_{en} \end{aligned}$$

ただし、 $T_e = T_{e1} + T_{e2} + \dots + T_{e(n-1)} + T_{en}$ 。

$$T_{e1} = T_{e2} = \dots = T_{e(n-1)} = \max T_e$$

X線照射要求123が出されると照射制御部1はX線照射を開始すると共に総照射時間 $T_e$ のダウンカウントを開始し、その結果を照射時間表示器3に表示する。予め演算して求めた1回目の照射時間 $T_{e1}$ が完了すると照射制御部1は自動的にX線照射をOFFする。そして照射時間表示器3にクーリング残時間を表示するとともにクーリング状態表示器4にクーリング中の表示と、X線照射がクーリング時間終了後に自動的にはいることを警告するためにクーリング状態表示器5に警告表示を行う。クーリング時間 $T_{c1}$ が完了すると照射制御部1は

$$\text{照射可能時間 } T_{e2} = (x/y) \times \text{クーリング完了時間 } T_{c1}$$

このようにするのは、照射可能時間 $T_{e2}$ が1回の最大照射可能時間を超えないようにするためである。照射時間 $T_{e2}$ が終了すると、この照射に適合したクーリング時間 $T_{c21}$ と前回の照射時間 $T_{e1}$ 分の残りのクーリング時間 $T_{c12}$ 分だけクーリングを行う。つまり、照射制

$$\begin{aligned} \text{クーリング時間 } T_{c2} &= \text{前回のクーリング残時間 } T_{c12} \\ &+ ((y/x) \times \text{照射時間 } T_{e2}) \end{aligned}$$

その後照射制御部1は、前述の照射時間が1回の最大照射時間より少ない場合(図2)あるいは照射時間が1回の最大照射時間を超える場合(図3)の作用により照射とクーリングのスケジュールを制御する。ただし、図4は2回目の照射が1回の最大照射可能時間を超えない場合について示してある。

【0025】図5を参照してクーリング時間中に電源をOFFした場合について説明する。電源OFFした時の時刻を $T_{off}$ 、その時のクーリング残時間を $T_{c1}$ 、電源ONした時の時刻を $T_{on}$ 、その時必要なクーリング残

$$\begin{aligned} & \text{電源OFFしていた時間 } T \\ &= \text{電源ONした時間 } T_{on} - \text{電源OFFした時間 } T_{off} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{クーリング必要時間 } T_{c2} \\ &= \text{電源OFF時のクーリング残時間 } T_{c1} - \text{電源OFF時間 } T \end{aligned}$$

照射制御部1はクーリングが必要な場合、照射時間表示器3にクーリング残時間を表示するとともに、クーリン

8

を $T_e$ 、 $n$ 回目の照射時間を $T_{ei}$  ( $i=1 \dots n$ )、 $n$ 回目のクーリング時間を $T_{ci}$  ( $i=1 \dots n$ )、設定管電圧値のディレーティングを照射時間:クーリング時間 $=x:y$ とする。照射制御部1は設定された総照射時間 $T_e$ と管電圧値のディレーティングデータから以下の式でクーリング時間 $T_{ci}$ を求める。

【0022】

【数1】

再びX線照射をONする。同様に $n$ 回同じ動作を繰り返す。ただし、最後のクーリング時間 $T_{cn}$ (次に自動的にX線がはいらない場合)にはクーリング状態表示器5にX線照射警告表示は行わない。

【0023】図4を参照してクーリング時間中にX線ON要求がはいった場合の動作について説明する。クーリング中に再びX線照射要求123がはいった時、その時のクーリング完了している時間を $T_{c11}$ 、完了していないクーリング時間を $T_{c12}$ とする。また、その時の設定管電圧値のディレーティングを照射時間:クーリング時間 $=x:y$ とすると、直ちに照射できる時間 $T_{e2}$ は以下の式で求められる。

【数2】

照射部1は以下の式によりクーリング時間 $T_{c2}$ を求める。

【0024】

【数3】

時間を $T_{c2}$ とする。照射制御部1はクーリング中に電源がOFFされると、装置に組込まれた電池で動作する時計より電源OFFした時刻 $T_{off}$ とその時のクーリング残時間 $T_{c1}$ を図1に記載されていない記憶部に記憶する。そして再び電源がONされると照射制御部1は上記の時計より $T_{on}$ を読み取り以下の式によりクーリングの有無およびクーリング必要時間 $T_{c2}$ を求める。

【0026】

【数4】

グ状態表示部4にクーリング中の表示を行う。

【0027】図6を参照してウォーミングアップ時の作

用を説明する。X線発生装置は長い休止時間の後、再びX線照射をしようとするとき、低い管電圧から照射を始め、時間をかけて徐々に高くしていく必要がある。これを行なわないとX線管105が放電を起し破損するおそれがある。この操作をウォーミングアップと云う。休止時間が長くなるほどウォーミングアップはゆっくりと時間をかける必要がある。本装置は、照射制御部1に休止時間毎のウォーミングアップのシーケンスが記憶されており、内蔵の時計で休止時間を判定し自動的にシーケンスを選ぶようになっている。休止時間が長い場合、ウォーミングアップは1回のX線照射ではできなくなる。ウォーミングアップは低い管電圧から始め高い管電圧まで前述した規則で照射とクーリングの繰り返しのシーケンスで記憶されており、全て自動で行なわれる。

【0028】上述したように、本実施例によれば、以下のような効果が得られる。(イ)オペレータが判断することなく、管電圧と照射時間が設定されると自動的にX線照射とクーリングが交互に繰り返されるので、X線管に熱的ダメージを与えることがない。(ロ)最短時間で無駄なくX線照射が続けられるので効率のよい装置運用ができる。(ハ)誤って電源を切った場合でも休止時間が完了しているかどうかを計算し、管理してくれるのでX線管に損傷を与えない。(ニ)照射制御部はマイクロプロセッサを用いているので回路の規模が小さくて済む。またソフトウェアで対応できるのでフレキシブルである。

【0029】なお、本実施例はクーリング状態表示器を2つ備えているが、これを1つとし、表示状態を変えることでクーリング終了後照射停止する場合と引き続きX線照射がされる場合とを区別することができる。

【0030】次いで、図7乃至図9には、本発明の第2実施例を示す。図7に示すように、本実施例のX線発生装置は、前記図1の構成に加え、X線管105の温度変化を検出することのできる温度検出手段としての温度検出部6が設けられている。

【0031】本X線発生装置の作用を、図8、図9を用いて説明する。まず図8の場合、オペレータがX線ON設定器111によりX線ON要求123を出すと、照射制御部1は温度検出部6からの温度が照射可能範囲内であるか否かを判定し、可能範囲であるとX線照射を開始するとともに内部に組込まれたタイマで照射時間のダウンカウントを開始する。さらに照射時間表示器3に照射時間の残時間表示を行なう。照射制御部1は温度検出部6からの温度を常に監視しており、温度が照射可能範囲外になると、自動的にX線照射をOFFする。そしてクーリング状態表示器4にクーリング中であることを表示し、さらにクーリング終了後引き続きX線照射を行なう場合はクーリング状態表示器5に照射警告表示を行なう。同時に照射制御部1は温度検出部6からの温度を監視し、再び照射可能温度に達するまで(照射可能リセッ

ト温度に達するまで)クーリングを行い続ける。そして照射可能温度に達すると、まだ照射時間が残っている場合は自動的にX線照射を開始する。そして同じ動作を繰り返す。これはタイムアップになるか、X線OFF要求125がはいるまで続けられる。ただし、次にX線照射の予定がない場合は、クーリング状態表示器4にのみクーリング中であることを表示する。また照射可能温度にはヒステリシスを持たせてある。なぜなら、X線照射可能上限値 $t_1$ に温度が上りクーリング状態にはいる。すると、その上限値 $t_1$ から温度が下り始める。しかし、その上限値以下になったからといって直ぐにX線照射が開始されると、また上限値にたちまち達してしまいクーリング状態になってしまう。これだとX線照射時間が非常に短くなり、X線管105にダメージを与えてしまう。このためヒステリシスを持たせてある。

【0032】また図9の場合は、クーリング後にX線照射予定がない場合のクーリング中に、再びX線ON要求がはいつた場合の例である。X線ON要求123が入ると、まだ照射可能リセット温度 $t_2$ に達していないが直ぐにX線照射可能となる。そして、この後は図8の場合と同じ作用でX線照射とクーリングを繰り返す。このようなケースの場合、照射可能リセット温度 $t_2$ に達していないとX線照射できないというアルゴリズムにも簡単に切替えることができる。

【0033】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、第1に、設定照射時間が設定管電圧で決まる最大照射時間を超える場合は、その設定照射時間を最大照射時間以内の複数の照射時間に分割し、その分割された各照射時間の間及び最後の照射後に所要時間のクーリングを行わせるようにしたため、最大照射時間以内のX線照射と所要時間のクーリングが自動的に交互に繰り返されて、設定照射時間が最大照射時間を超える場合にも、X線管に熱的ダメージを与えることがなく、効率のよい装置運用ができ、さらにはオペレータの負担を軽減することができる。

【0034】第2に、一続きのX線照射が終了したとき或いは終了する前にそのX線照射時間と設定管電圧値からクーリング時間を算出してクーリングを行わせるようにしたため、上記第1の発明の効果に加えて、一層確実にX線管に対する熱的ダメージを防止することができる。

【0035】第3に、クーリング中にX線照射指令を受けたとき、その指令を受けた時点でのクーリングの経過時間と設定管電圧値から照射許可時間を算出してその照射許可時間内のX線照射を行わせるとともに該X線照射終了後のクーリング時間を前記の指令を受けた時点での前記クーリングの残時間、許可された当該X線照射時間及び設定管電圧値から算出してクーリングを行わせるようにしたため、クーリング中にX線照射指令を受けたと



きも、適切なX線照射とクーリングを行なうことができ、前記第1の発明と同様の効果を得ることができる。

【0036】第4に、前回のX線照射終了時点からの経過時間毎の管電圧値と照射時間の一連の計画を1つ以上記憶し、これら一連の計画におけるX線照射は複数回に分割され、その分割された各照射の間及び最後の照射後に所要時間のクーリングを行わせる内容からなり、前回のX線照射終了時点からの経過時間を基に選択した1つの前記計画に基づいてX線照射を制御するようにしたため、前回のX線照射終了時から長時間経過後のX線照射においても、適切なウォーミングアップをすることができて前記第1の発明と同様の効果を得ることができる。

【0037】第5に、X線管の温度を検出する温度検出手段を設け、その温度検出手段の検出信号を基にX線照射とクーリングの制御をするようにしたため、X線管の温度監視によっても、前記第1の発明と同様の効果を得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るX線発生装置の第1実施例を示すブロック図である。

【図2】上記第1実施例における一般的なアルゴリズムを説明するためのタイミングチャートである。

【図3】上記第1実施例において照射時間が1回の最大照射可能時間よりも長い場合のアルゴリズムを説明するためのタイミングチャートである。

【図4】上記第1実施例においてクーリング時間中にX線照射要求が入った場合のアルゴリズムを説明するため

のタイミングチャートである。

【図5】上記第1実施例においてクーリング時間中に電源をOFFした場合のアルゴリズムを説明するためのタイミングチャートである。

【図6】上記第1実施例においてウォーミングアップの場合のアルゴリズムを説明するためのタイミングチャートである。

【図7】本発明の第2実施例を示すブロック図である。

【図8】上記第2実施例における一般的なアルゴリズムを説明するためのタイミングチャートである。

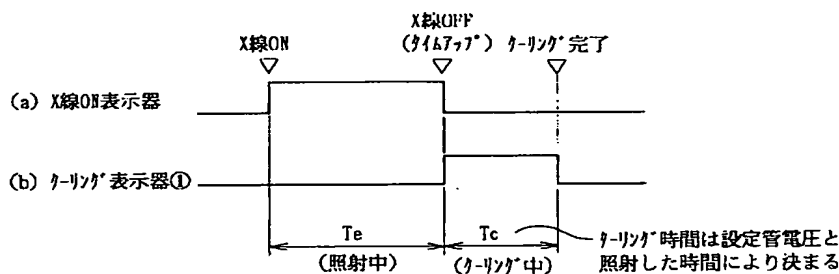
【図9】上記第2実施例においてクーリング後にX線照射予定がない場合のクーリング中にX線照射要求が入った場合のアルゴリズムを説明するためのタイミングチャートである。

【図10】従来のX線発生装置のブロック図である。

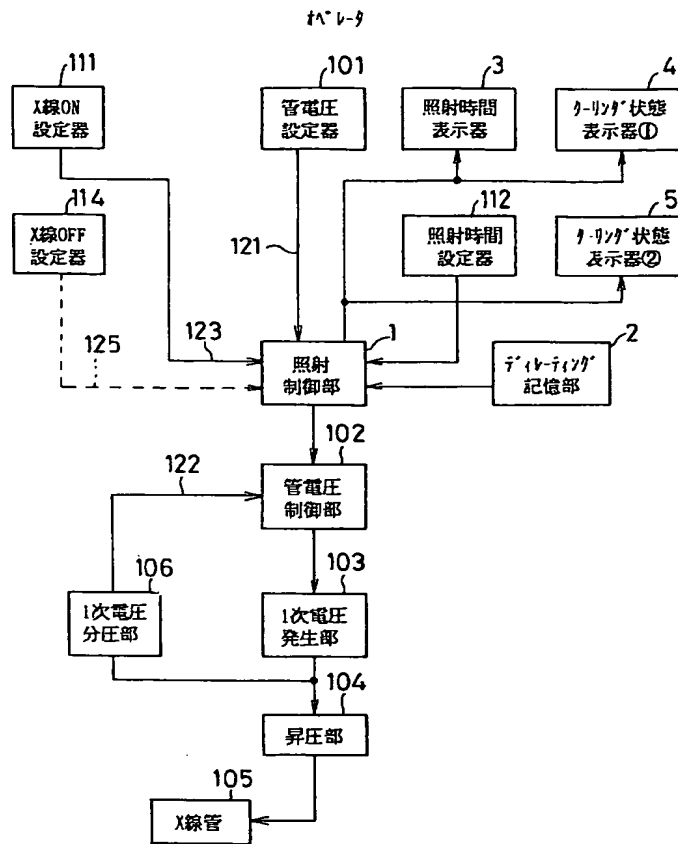
#### 【符号の説明】

- 1 照射制御部（照射制御手段）
- 2 デイレーティング記憶部
- 3 照射時間表示器
- 4, 5 クーリング状態表示器（クーリング状態表示手段）
- 6 温度検出部（温度検出手段）
- 101 管電圧設定器（管電圧設定手段）
- 104 昇圧部（高電発生手段）
- 105 X線管
- 111 X線ON設定器
- 112 照射時間設定器（照射時間設定手段）

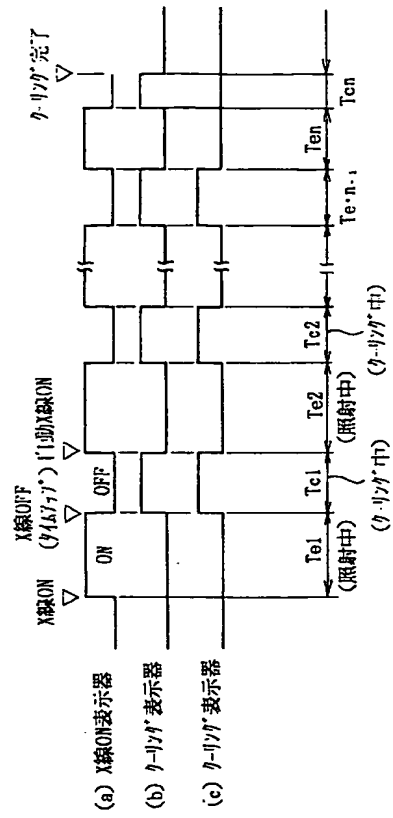
【図2】



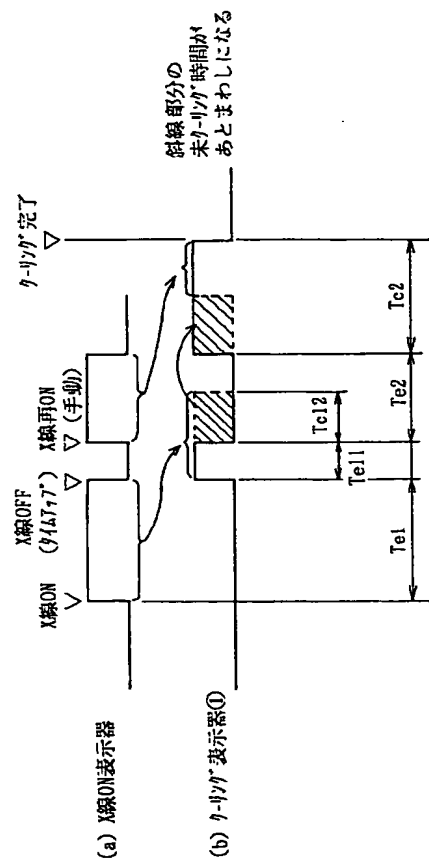
【図1】



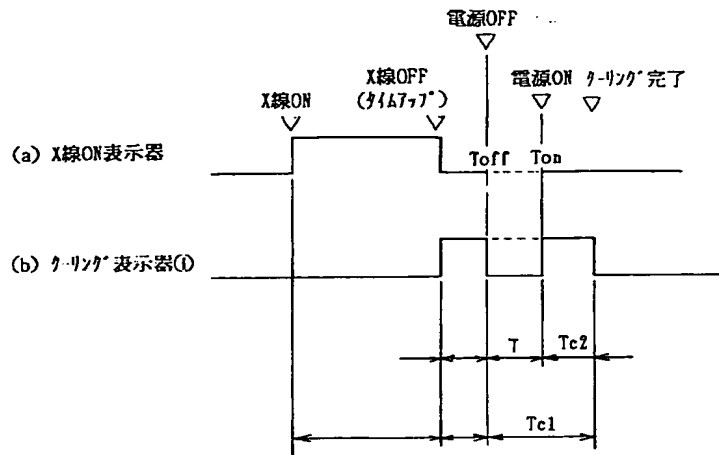
【図3】



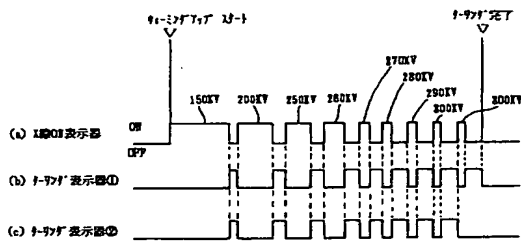
【図4】



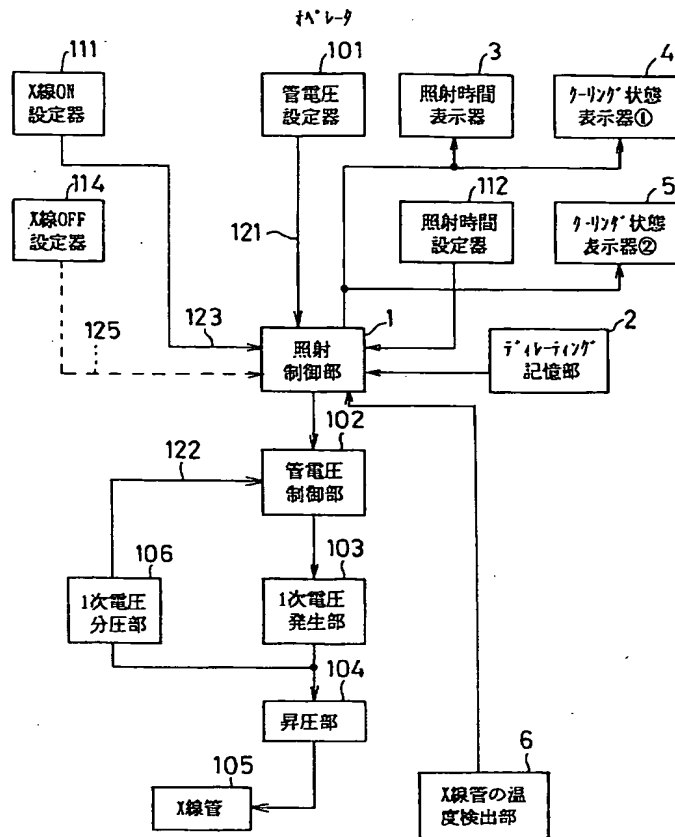
【図5】



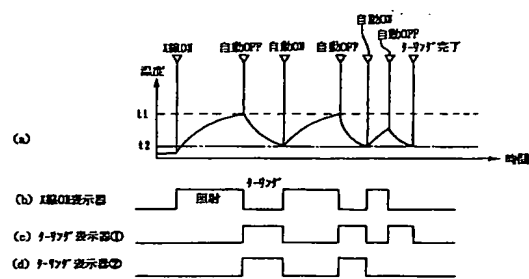
【図6】



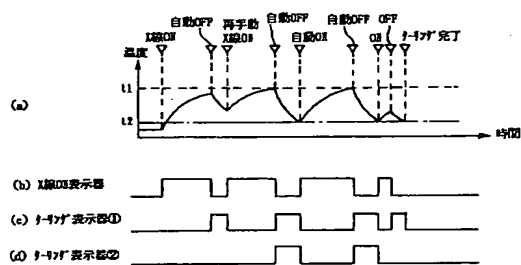
【図7】



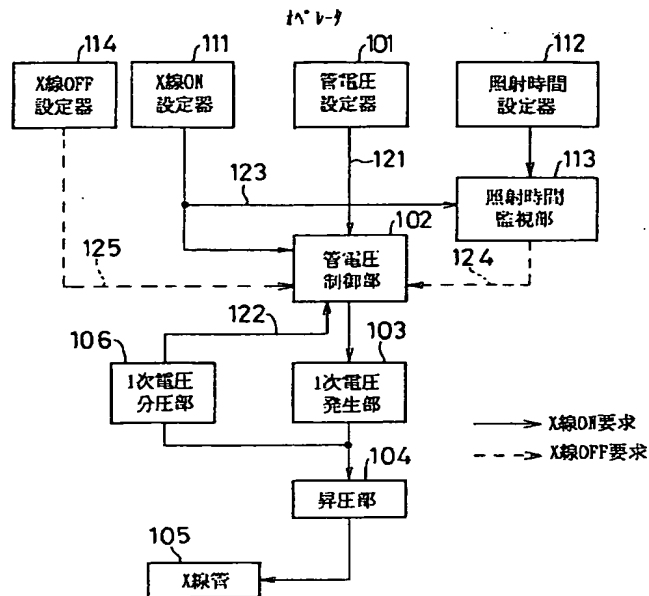
【図8】



【図9】



【図10】



## 【手続補正書】

【提出日】平成6年5月16日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正内容】

【0020】

クーリング時間  $T_c = (y/x) \times \text{照射時間 } T_e$

X線ON指令が出されると照射制御部1はX線照射を開始すると共に照射時間のダウンカウントを開始し、その結果を照射時間表示器3に表示する。タイムアップすると照射時間表示器3にクーリング残時間を表示するとともにクーリング状態表示部4にクーリング中の表示を行う。尚、本実施例ではデータとしてクーリング時間を記憶しているが、管電圧と照射時間を基に演算により算出してもよい。

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正内容】

【0021】次に、図3を参照して照射時間が1回の最大照射時間を超える場合について説明する。総照射時間を  $T_e$ 、 $i$  回目の照射時間を  $T_{ei}$  ( $i=1 \cdots n$ )、 $i$  回目のクーリング時間を  $T_{ci}$  ( $i=1 \cdots n$ )、設定管電圧値のディレーティングを照射時間：クーリング時間  $= x : y$  とする。照射制御部1は設定された総照射時間  $T_e$  と管電圧値のディレーティングデータから以下の式でクーリング時間  $T_{ci}$  を求める。

## 【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0026

【補正方法】変更

【補正内容】

【0026】

【数4】



電源OFFしていた時間T

$$= \text{電源ONした時間 } T_{on} - \text{電源OFFした時間 } T_{off}$$

クーリング必要時間  $T_{c2}$

$$= \text{電源OFF時のクーリング残時間 } T_{c1} - \text{電源OFF時間 } T \times \alpha$$

照射制御部1はクーリングが必要な場合、照射時間表示部3にクーリング残時間を表示するとともに、クーリング状態表示部4にクーリング中の表示を行う。

【手続補正4】

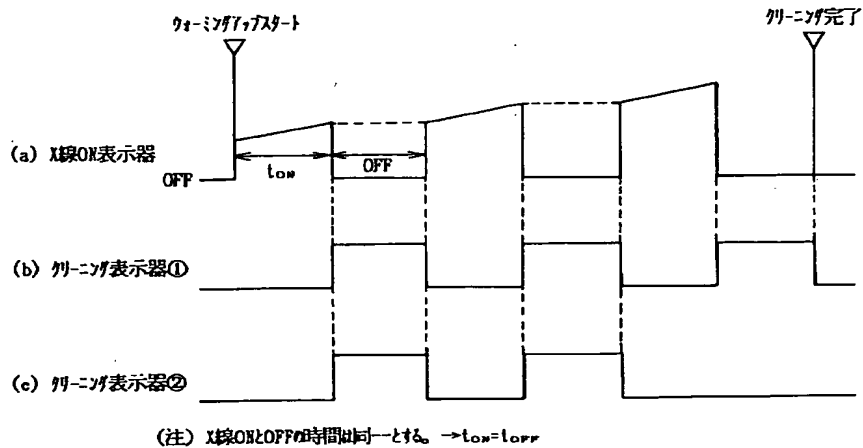
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図6

【補正方法】変更

【補正内容】

【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 富澤 雅美  
東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝  
府中工場内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**